サルファイトパルプとクラフトパルプの抄紙性の差におよぼすヘミセルロースの影響*

1. BSP と BKP の抄紙性の差異について

本報を“製紙用パルプ製造におけるヘミセルロースの研究第7報”とする。

戸田久昭・木島常明**

Effect of Hemicelluloses on the Difference of Papermaking Properties between Sulfite and Sulfate Pulps.

I. Comparison of Papermaking Properties between Sulfite and Sulfate Pulps.

Hisaaki Toda and Tsuneaki Kijima

(Research Laboratory of the Kokusaku Pulp Industry Co. Ltd.,

1-184, Kamiochiai, Shinjuku-ku, Tokyo, Japan)

Bleached sulfite, bisulfite and sulfate pulps were made from fir and birch wood chips (Table 1), and their papermaking properties were compared, especially on the tearing strength.

Sulfite pulps are easy to swell by beating operation (Fig. 1), and higher in water retention value and accordingly lower in specific scattering coefficient of dried sheet, namely higher in fiber bonded area, compared with sulfate pulp beaten to the equal freeness (Fig. 2). On the other hand, tensile or bursting strengths of sulfate pulp are generally higher than those of sulfite pulps at the equal freeness (Fig. 3 and 4). This is mainly due to that sulfate pulp is higher in strength of a fiber-to-fiber bond than sulfite pulps. The reason is that tensile and bursting strengths of sulfate pulp are considerably higher than those of sulfite pulps at the equal specific scattering coefficient (Fig. 8), in spite of a little difference between their fiber strengths (Fig. 9).

Sulfate pulp is considerably higher in tearing strength than sulfite pulps at the equal freeness (Fig. 3 and 4), in spite of a slight difference in fiber strength and in average fiber length (Fig. 12) between these pulps. On the other hand, in comparison between sulfite and sulfate pulps at the equal specific scattering coefficient, tearing strength of sulfate pulp is higher than that of sulfite pulps in the early stage of beating, but these strengths approach together in the later stage of beating (Fig. 10).

These facts are probably due to the following reasons;

(1) The higher tearing strength of sulfate pulp than that of sulfite pulp at the beginning of beating is mainly due to the higher strength of fiber bonds in sulfate pulp, because most part of tearing energy is consumed by the deformation of fiber, destruction of fiber-to-fiber bond and the following inter-fiber friction in this stage.

(2) The fact that the tearing strengths of sulfite and sulfate pulps at equal specific scattering coefficient approach together at the later stage of beating, is due to the nearly equal fiber strength of the pulps, because tearing energy is mainly consumed by the cutting of fiber in this stage.

(3) In comparison between sulfite and sulfate pulps at the equal freeness, the former is considerably lower than the latter in tearing strength even at the later stage of beating. This is explained by higher swellability and greater fiber bonded area of dried sheet of sulfite pulp, and accordingly the tearing work is performed mainly on the cutting of fiber, and the deformation and slip of fiber are lesser compared with sulfate pulp at the equal freeness.

In short, it is considered that the difference of papermaking properties between sulfite and sulfate pulps are mainly due to the difference in swellability and strength of a fiber-to-fiber bond between them.

Bisulfite pulp is higher in tearing strength than conventional acid sulfite pulp (Fig. 3, 4 and 10). It is probably due to that the former is poor in swellability (Fig. 1 and 2) and higher in strength of a bond than the latter.

Further consideration was made on the difference in tearing strength between fir and birch pulps.

* 原稿受付 35,12,27

** 国策パルプ工業KK・中央研究所

緒 言

最近のクロマトグラフィーの著しい発展によりヘミセルロースの化学はここ数年の間に非常な進歩を遂げた。しかし製紙工業においては、従来のセルロースまたはヘミセルロースの化学からは説明できない多くの問題が残されている。たとえば、従来の研究によればセルロースの重合度が強度に影響する¹⁾²⁾といわれ、さらに適量のヘミセルロースを含むパルプが最も高い紙力を有することが示されている。しかしこれらは、いずれも木材からのホロセルロース³⁾⁴⁾、SP⁵⁾またはKP⁴⁾⁶⁾の個々について行なわれたもので、製紙工業の大きな部門を占めるSPとKP相互の抄紙性の差異についてはWise⁷⁾も指摘したようにその原因は相変わらず不明である。われわれはこの問題の解決の端緒としてまずBSPとBKPの叩解性および紙力の差から検討を行なった。

実験方法

1. パルプ試料

北海道産のトドマツ材およびカバ材チップのそれぞれを、通常の酸性サルファイト法、バイサルファイト法およびクラフト法によって蒸解し、前2者は3段漂白（塩素化、アルカリ洗滌、ハイポクロライト漂白）、後者は5段漂白（塩素化、アルカリ洗滌、塩素化、アルカリ洗滌、ハイポクロライト漂白）を行なった。これらのパルプの製造結果の概要を第1表に示した。

Table 1. Data of sulfite type pulps and sulfate pulp.

Wood species	Cooking process	No.	Cooking liquor	Cooking max. temp. (C°)	Unbleached pulp		Bleached pulp *		
					Yield (%)	Chlorine No. at 0°C. 1hr	Yield (%)	Degree of polymerization	Zero-span breaking length (km)
Fir (Abies Mayriana)	Acid sulfite	F 213	Total SO ₂ 7.5%	128	53.3	6.1	49.2	2090	13.7
		F 214	Comb. SO ₂ 1.3%		50.4	2.7	48.5	1950	13.9
	Bisulfite	F 233	Total SO ₂ 2.6% Comb. SO ₂ 1.3%	155	55.5	9.8	49.2	2000	14.0
	Sulfate	F 247	Active alkali 20% (per O.D. chip)	160	50.0	7.9	46.7	1530	15.9
		F 248	Sulfidity 25%		47.9	4.3	45.5	1300	15.7
Birch	Acid sulfite	B 213	Total SO ₂ 7.5%	128	51.2	4.4	47.1	1950	12.9
		B 214	Comb. SO ₂ 1.3%		46.9	2.8	45.2	1720	12.5
	Bisulfite	B 233	Total SO ₂ 2.6% Comb. SO ₂ 1.3%	155	56.5	5.3	52.1	1830	14.1
	Sulfate	B 247	Active alkali 20% (per O.D. chip)	160	53.4	5.0	50.0	1550	13.7
		B 248	Sulfidity 25%		53.1	3.9	50.6	1630	13.6

* Bleaching sequence; Cl₂-NaOH-Hypo for sulfite type pulps, Cl₂-NaOH-Cl₂-NaOH-Hypo for sulfate pulp.

叩解し、その中の蒸解度（脱リグニン度）のほぼ等しい未晒パルプから製造した漂白パルプについて叩解速度の比較を行なった。

2. 物理的試験

叩解はランペンミルで行ない、濾水度、保水度の測定および手抄き紙の一般強度、不透明度、比散乱係数の測定は以前⁸⁾用いたのと同様な方法で行なった。

なおゼロスパン引張り強度を測定するためにパルプシートの水分をブタノールで置換する際には、まず、Tappi 標準抄紙器を用いて通常の方法でウェットシートを作り、次いで50 mlのエタノールを2回に亘って均一に噴霧して毎回ごとに軽く吸引し、さらに50 mlのブタノールを同様に2回に分けて噴霧した後乾燥した。

3. 繊維長の測定

顕微鏡投影法によって測定した。すなわち抄紙後のパルプを1/200〜1/100%濃度に薄め、均一に攪拌した後、その1〜2滴をオブジェクトガラス上に採り、含まれているパルプ繊維（約100〜150本）を乾燥する。これを顕微鏡投影器によってトドマツ材パルプは20倍、カバ材パルプは30倍に拡大して、含まれている全部の繊維長を測定した。ただしいずれのパルプでも繊維長が0.2 mm以下のものは測定から除外した。一試料についての測定本数は400〜600本、すなわちプレパラート3〜4枚分である。なお各プレパラート間の平均繊維長の差は±約5%以内であった。

実験結果および考察

1. 叩解速度および膨潤性の比較

第1表に示したそれぞれのパルプをランペンミルで

第1図には比較的ストロング蒸解を行なってから漂白したパルプの比較を示したが、トドマツ材、カバ材いずれの場合でも、通常の酸性サルファイトパルプは

Fig. 1. Freeness and water retention value vs. beating time (by Lampén mill) for bleached acid sulfite, bisulfite and sulfate pulps.

濾水度の低下速度（一般の叩解速度）においても保水度の増加においても他より速やかで、すなわち叩解されやすく、一方 KP は最も叩解され難かった。なお濾水度に対して保水度または比散乱係数をプロットすると第 2 図のように、同一濾水度でも通常の SP が最も保水度が大きく、すなわち膨潤しやすく、またシートの比散乱係数が低かった（前報⁸⁾）のべたとおり、比散乱係数が低いことは、結合面積が大きいことを示す。これらの関係は蒸解の進んだ漂白パルプについても同様である。

2. シート強度と濾水度との関係

上記のストロング蒸解した各漂白パルプ、および一般の市販パルプなみに蒸解の進んだ漂白パルプの強度をそれぞれ比較したものが第 3 および第 4 図である。なお蒸解がある程度以上進んだバイサルファイトパルプは引張りおよび破裂強度が著しく低くて実用的でないため本実験からは省略した。

蒸解の進んだ BSP と BKP とで比較すると、BKP の強度はすべて BSP をかなり凌駕するが、ストロング蒸解した BSP では破裂および引張り強度はかなり高くなり、ことにカバ材 BSP ではむしろ BKP の強度を凌駕することもある。しかし、引裂き強度に関しては BKP は BSP よりも常にかかなり高い値を示した。

バイサルファイト蒸解パルプでは通常の SP よりも引裂き強度が幾分向上するが、しかし KP よりも低い。

3. 破裂および引張り強度差の原因

以上の原因を明らかにするため第 3.4 図の濾水度の代りに保水度に対して破裂強度をプロットすると第 5 図のように、たとえ同一保水度のパルプでも、KP の強度は通常の SP またはバイサルファイトパルプに比べてかなり高い値を示した。なお引張り強度と保水度との関係も同様である。この保水度はサルファイト系のパルプの場合には、材が等しければすべてシートの比散乱係数とはほぼ一定の関係を示した⁸⁾が、KP の場合でもこの関係は SP と全く同様に、第 6 図のように同一の材から製造したパルプの保水度（膨潤度）は、蒸解法ならびに蒸解度とは全く無関係にシートの比散乱係数と一定の相関性を示した。なお保水度と不透明度との関係についても同様な相関性を示した（第 7 図）。したがって比散乱係数（または不透明度）と紙の破裂または引裂き強度との関係は保水度の場合と同様で、比散乱係数（または不透明度）が等しい、すなわち繊維間結合面積が同等の SP と KP のシートとを比較すると、KP の強度は SP よりも常にかかなり高い値を示した（第 8 図）。なおこのことは Gieritz⁹⁾ ものべている。さらにバイサルファイトパルプの強度はパルプ同

Fig. 2. Water retention value and scattering coefficient vs. freeness for bleached acid sulfite, bisulfite and sulfate pulps.

Fig. 3. Sheet strength vs. freeness of fir bleached acid sulfite, bisulfite and sulfate pulps.

Fig. 4. Sheet strength vs. freeness of birch bleached acid sulfite, bisulfite and sulfate pulps.

Fig. 5. Bursting strength vs. water retention value of various bleached pulps.

Fig. 6. Scattering coefficient-water retention value relationship for bleached pulps.

Fig. 7. Opacity-water retention value relationship for bleached pulps.

Fig. 8. Bursting and tensile strengths vs. scattering coefficient of various bleached pulps.

の中間に位した。

この原因として、まず KP と SP の単繊維強度の差が考えられるので、それぞれの未叩解パルプシートのゼロスパン引張り強度を測定すると、トドマツの場合には KP の方が SP よりも約 15% 高い値を示したが、カバ材では SP と KP との差は大体において 10% 以内で、バイサルファイトパルプではむしろ KP をも凌駕した (第 1 表参照)。

さらに叩解による単繊維強度の低下を調べるため、叩解パルプからブタノールで水分を置換したシートを作り、このシートのゼロスパン引張り強度を測定したが、第 9 図のように本実験の範囲内では叩解による繊維強度の低下はいずれのパルプでも余り著しい差はなく、トドマツ材パルプは SP, KP とともに全叩解時間を通じて繊維強度の低下は 10% 以下であった。特にカバ材パルプでは同一濾水度の SP と KP との繊維強度はほぼ等しく、さらに比散乱係数にたいしてプロットし

た場合には叩解末期の KP の繊維強度は同じ比散乱係数の SP よりもかえって低下した。

したがって第 8 図の SP と KP との強度差は主として単繊維強度以外の影響、すなわち KP の方が SP よりも繊維間の結合力 (同一結合面積で比較した場合) が非常に高いということが主な原因となっているように思われる。なお第 4 図に示したように、ストロング蒸解したカバ材 SP が同一濾水度の KP と同等あるいはそれ以上の破裂強度を有するのは、ストロング蒸解したカバ材 SP は非常に膨潤性が高いので、たとえ個々の結合力は弱くても、非常に大きな繊維間の結合面積を有し、そのためにかなり高い強度を保っているのであろう。したがって破裂および引張り強度の高い SP はいずれも比散乱係数および不透明度はきわめて低い。しかしさらに蒸解が進んだパルプでは、KP の膨潤性はあまり低下しないが、SP では多量の易溶性ヘミセルロースおよびウロン酸が除去されるので膨潤

Fig. 9. Decrease of fiber strength by beating (by Lampén mill.)

Fig. 10. Tearing strength vs. scattering coefficient of various bleached pulps.

性は急激に低下し、したがって同一濾水度での SP の引張りおよび破裂強度は KP よりも非常に小さくなる。

4. 引裂キ強度差の原因

KP の引裂キ強度は前述のように同じ濾水度の SP よりも常に高い値を示すが、比散乱係数にたいしてプロットした場合にはきわめて興味ある結果が得られた。すなわち第 10 図のようにそれぞれのパルプの引裂キ強度がほぼ最大の点で KP と SP との強度差が最も大きい、さらに叩解が進むと両者の値が非常に接近した。またバイサルファイトパルプは両者の中間に位した。

なお KP と SP の平均繊維長ならびに繊維長分布を比較した結果、第 2 表および第 11 図のようにトドマツ材、カバ材とも SP の方が KP よりも短い繊維が

Table 2. Declining of fiber length by beating (Lampén mill).

Pulp	Beat- ing time (min)	C. S. free- ness (ml)	Specific scatter- ing coeff- icient of dried sheet (cm ² /g)	Average fiber length	
				numeral average (mm)	length average (mm)
Fir	0	715	252	1.47	2.37
	15	610	127	1.30	2.24
	60	170	74	1.10	2.00
	80	245	162	2.01	2.57
Birch	0	640	255	0.86	1.00
	15	490	140	0.78	0.96
	60	170	84	0.67	0.85
	100	235	154	0.85	1.00

Fig. 11-1. Change of distribution of fiber length with progress of beating (by Lampén mill).

Fig. 11-2. Change of distribution of fiber length with progress of beating (by Lampén mill).

多く、また叩解処理によって短繊維が非常に増加した。しかし平均繊維長(長さ平均)で比較すると、未叩解のトドマツ材 KP と SP の差は比較的小さく、SP の平均繊維長は KP よりも 10 % 程度短かいだけで、カバ材の場合には KP と SP との差は僅かに 4 % に過ぎない。また第 12 図のように、叩解時間に対する平均繊維長の低下は SP の方が KP よりもかなり大きい、濾水度、特に比散乱係数の低下に対してプロットした場合にはその差は余り著しいものではない。なお第 13 図の写真は、比散乱係数がほぼ等しいそれぞれのシートの中の繊維の叩解状態を比較したものである。

従来から引裂キ強度には繊維長¹¹⁾および単繊維強度¹²⁾が大きく影響するといわれており、KP の引裂キ強度が SP よりも大きい原因として Jayme ら¹³⁾は KP の繊維長が SP よりも大きいこと¹⁴⁾をあげている。確かにそれぞれの材の KP と SP とでは上述のように繊維長においても、単繊維強度においても差があるが、しかし余り著しい差ではない。しかもシートの引裂キ強度にはかなりの差が認められる。さらに特にトドマツ材パルプの比較的叩解の初期には、繊維長および単繊維強度に余り著しい低下が認められないにもかかわらず引裂キ強度が著しく低下している。したがってこれらの原因を説明するためには繊維長や繊維強度以外の影響を考えなければならない。

そこで引裂キ強度を次のように考えると非常に判り

Fig. 12. Declining of average fiber length with progress of beating.

やすい。すなわち引張りおよび破裂強度は破断の際の強度を表わすもので、繊維間の結合面積が増加するにしたがって一般に向上するが、引裂キ強度は仕事量を表わすもので、最大の引裂キ強度を得るために最適の結合面積のところがあ、これよりも結合が少ない場合には繊維間の結合が非常に弱いので引裂いたときに繊維が抜けやすく弱。通常のパルプでは多少叩解が進んだところで引裂キ強度が最大値に達するが、この際には繊維間の結合もある程度増しているの、引裂キの力にたいする抵抗性はかなり大きくなっている。しかも繊維間の結合は余り著しく多くないので、まだシート内の繊維がかなり動きやすい、すなわち変形しやすい状態になっている。したがって加えたエネルギーが種々の形、すなわち繊維の変形、結合の破壊、繊維間のすべり摩擦、および繊維の切断などによって消費されるため、全体としての仕事量はかなり多くなる（なお本実験に用いたトドマツ材SPとKPは未叩解のパルプシートで、すでに最大値付近に達していると考えればよい）。しかしさらに叩解が進んで繊維間の結合が著しく増大すると、繊維の変形や、結合の破壊が起こり難く、主として繊維の

Pulp	Fir sulfite (F213)	Fir sulfate (F247)
Beating time by Lampén mill (min)	15	80
C. S. freeness	610	245
Specific scattering coefficient of dried sheet (cm ² /g)	127	162

Fig. 13-1. Microphotographs of beaten fir bleached pulps.

Pulp	Birch sulfite (B213)	Birch sulfate B(247)
Beating time by Lampén mill (min)	15	100
C. S. freeness	490	235
Specific scattering coefficient of dried sheet (cm ² /g)	140	154

Fig. 13-2. Microphotographs of beaten birch bleached pulps.

切断だけが起きるため、引裂キの仕事量はむしろ低下するのであろう。引裂キ強度に対して上野¹⁵⁾もこれと似た考えを報告しており、また最近の Giertz との討論¹⁶⁾において、この考えは彼の意見ともほぼ一致した。Giertz はさらに最大の引裂キ強度が得られる点以上に叩解を進めた場合に、引裂キの仕事量すなわち引裂キ強度は低下しても、引裂キに要する力は向上することを実験的に認めたとのことである。

引裂キ強度に対する以上の考えにもとづいて SP と KP の引裂キ強度の差を検討すると、叩解の初期または中期では、引裂キのエネルギーが繊維間結合の破壊によってかなり消費されるので、同じ比散乱係数のシートで比較したときには、個々の繊維間結合強度の大きい KP の方が SP よりも引裂キ強度がかなり大きい。しかし、さらに叩解が進んで繊維間結合が著しく多くなると、繊維の変形や結合の破壊および繊維間のすべりが起り難く、主として繊維の切断だけが起こるので、繊維強度がほぼ等しい KP と SP とでは引裂キ強度がほぼ等しくなる。ただし濾水度で比較した場合には、たとえ同一濾水度であっても第 2 図のように SP は KP よりも非常に膨潤しており、乾燥シートでの繊維間の結合面積が大きいので、叩解の初期にはむしろ引裂キ強度にとっても好ましい場合があるが、叩解が進むにしたがって SP のシートでは KP に比べて個々の繊維が非常に動き難くなり、したがって繊維の切断される割合が多くなる。すなわち引裂キの仕事量は低下す

る (第 3.4 図参照)。

以上のことから、KP の方が SP よりも引裂キ強度が大きい原因は、第 1 に KP の方が繊維間の個々の結合の強度が大きいためであり、第 2 に特に同一濾水度で比較したとき、叩解末期でかなり大きな差が認められるのは、KP は叩解して濾水度がかなり低下した場合でも比較的膨潤し難く、そのため乾燥した際に繊維間の結合面積がある程度以上増え難いことが原因となっており、繊維長または繊維強度差の影響は上の 2 つに比べれば比較的小さいものと思われる。なおバイサルファイトパルプの引裂キ強度が第 3, 4 および 10 図のいずれの場合でも KP と通常の SP との中間にあるのは、このパルプの繊維間の結合強度 (第 8 図) ならびに膨潤性 (第 2 図) のいずれも両パルプの中間にあるので当然の結果と思われる。

さらにトドマツ材パルプとカバ材パルプとの引裂キ強度の差、すなわち、トドマツ材パルプの引裂キ強度は未叩解パルプではかなり高いが、叩解の比較的初期に急激に低下し、カバ材パルプでは叩解初期の引裂キ強度はきわめて低い叩解が進むにしたがってある程度向上して最大値に達し、その後低下する現象は次のように説明できる。第 2 表および第 11, 12 および 13 図からも明らかのように、トドマツ材のパルプ繊維は長さ幅ともにカバ材パルプよりも非常に大きい。そのため、カバ材パルプシートをトドマツ材パルプと比較すると、個々の繊維の繊維間結合面積または結合数が

等しくなるためには、前者の方が同じ重量の試料で繊維間の全結合面積が非常に多くなければならない。未叩解のカバ材パルプシートは、このような大きな繊維間結合を得ることができないので、たとえ両者の単位結合面積当りの繊維間結合強度がほぼ等しいとしても、トドマツ材のパルプシートよりも繊維間結合が比較的容易に破壊される。しかも繊維が短かいので繊維の変形の割合も少なく、また繊維が引き抜かれるときの抵抗も少ない。したがって未叩解のカバ材パルプシートの引裂キ強度は非常に低い。しかしながら叩解が進むにしたがって繊維間結合が破壊され難くなるので引裂キ抵抗はある程度まで向上する。

一方トドマツ材パルプでは繊維が太く長いので、同一重量のカバ材パルプよりも個々の繊維間の結合面積または結合数は多くなりやすい。またたとえ個々の繊維相互の結合面積がカバ材パルプと同じであったとしても、トドマツ材パルプは繊維が長いので、変形の割合も多いし、また引き抜かれたときの抵抗も大きい。すなわち引裂キの仕事量は大きくなる。しかもトドマツ材パルプは細胞膜が薄く、繊維がリボン状をしているので、未叩解のパルプシートでも個々の繊維間の結合面積はかなり大きいものと考えられる。したがってこのようなパルプを叩解した場合には、繊維間結合面積が増加することによって引裂キに要する力が増加しても、シート内の繊維が急速に動き難くなり、繊維の変形や繊維間の摩擦によって吸収されるエネルギーが減少し、繊維の切断される割合が急速に増加するので引裂キの仕事量、すなわち引裂キ強度が急速に低下するのであろう。なおカバ材パルプの叩解の末期には繊維強度もかなり低下するので、このことも引裂キ強度の低下を促進している。

なお以上の考えによれば、引裂キ強度におよぼす繊維長の影響は、繊維間の結合面積が極端に大きくなる場合にだけ有効であって、叩解が非常に進んで繊維間結合面積が非常に大きくなり、引裂キの際にすべての繊維が切断されるような状態になった場合にはほとんど役に立たず、このような場合には単位重量当りの繊維強度、すなわちゼロスパン断裂長のようなのが非常に影響することになる。実際、長繊維のトドマツ材 SP と短繊維のカバ材 SP とを叩解した場合、叩解末期の繊維長には相変わらず大きな差があるにもかかわらず、比引裂キ強度がそれぞれ約 80 および約 70 でその差が 10% 程度にまで縮小されている。

これはこの場合トドマツ材 SP のゼロスパン断裂長がカバ材 SP よりも約 10% 程度しか高くないことが原因で、繊維長の差の影響はほとんどないものと思わ

れる。

総 括

トドマツ材およびカバ材から BSP (通常の酸性サルファイトパルプとバイサルファイトパルプ) と BKP とを製造し、両者の抄紙性、特に引裂キ強度の差について検討した。

その結果、SP と KP とでは繊維の強度や長さ平均繊維長には著しい差は認められないが、繊維の膨潤性と繊維間結合強度の点では非常に大きな差があり、このことが SP と KP の物理的性質の大きな原因となっているようである。

主な結論は次のとおりである。

1. 同じ濾水度のパルプで比較すると、KP の方が KP よりも膨潤性が高く、したがって乾燥後のシートの繊維間の結合面積は SP の方が大きい。しかしそれにもかかわらず、引張りおよび破裂強度が KP よりも低いのは、KP の方が繊維間の結合強度 (同じ面積で比較した場合の) が非常に高いことが主な原因となっている。

2. 叩解初期または中期の KP の引裂キ強度が SP よりも高いのは、この時期では繊維間結合が比較的粗であるので、引裂キのエネルギーが主として繊維の変形とか、繊維間結合の破壊およびこれに伴う繊維間の摩擦によって消費されるので、繊維間結合強度の高い KP の方が SP よりも引裂キ強度が高くなる。

3. 叩解の末期でも KP の引裂キ強度が同じ濾水度の SP よりも高いのは、SP の方が非常に膨潤しており、繊維間の結合面積が非常に大きくなるので、シート中の繊維が KP の場合よりも動き難く、したがって加えた引裂キエネルギーが主として繊維の切断だけによって消費され、繊維の変形などによるエネルギーの消費が少ないためである。ただし、同じ比散乱係数 (繊維間の結合面積がほぼ等しい) シートで比較すると、KP と SP との繊維強度に大きな差がないので、この両者の引裂キ強度はほぼ等しくなる。

またサルファイトパルプの中でも、バイサルファイトパルプの引裂キ強度が通常の酸性蒸解した SP よりも高いのは、前者の方が膨潤性が低く、一方繊維間結合強度は高く、したがってこれらの性質が KP に近づくためであろう。

さらにトドマツ材とカバ材パルプ引裂キ強度の差に関して検討を加えた。

本研究を行なうに当たり、御懇切な御指導を賜った東京大学の右田伸彦教授、国策パルプ工業株式会社の軒原栄三博士および吉野勇博士に篤く謝意を表する。

また実験に協力された浜田忠平、深谷昌弘両君に感謝する。

(昭和35年10月、化学関係学協会連合秋季研究発表会講演)

文 献

- 1) G. Jayme; Proc. Australian Pulp Paper Ind., Tech. Assoc., 3, 482 (1949)
- 2) L. F. McDonnell, M. N. May; Tappi 42, 526 (1959)
- 3) D. A. Sitch, H. B. Marshall; Can. Res. J., 28, 376 (1950) 今村力造; 織学誌, 8, 539 (1952) 右田伸彦, 神田孝, 佐藤修一, 小島幸雄; 織学誌, 12, 14 (1956)
- 4) 上野桂助; 紙パ技協誌, 11, 239 (1957)
- 5) G. Jayme, E. Lochmüller-Kerler; Holz Roh-u. Werkstoff, 5, 10 (1942)
- 6) F. T. Ratliff; Tappi, 32, 357 (1949)
- 7) L. E. Wise; Paper Ind., 37, 1024 (1956)
- 8) 戸田久昭, 木島常明; 紙パ技協誌投稿中 (本研究第5報)
- 9) H. W. Giertz; Fundamentals of Papermaking Fibres, p. 372 (1958)
- 10) H. W. Emerton; Fundamentals of the Beating Process, p. 152 (1957)
- 11) A. H. Nadelman, R. Schmut, D. J. Kraske, R. I. Larson; Tappi 38, 304 (1955)
- 12) 磯田清蔵; Refiner, p. 6 (1960)
- 13) G. Jayme, A. Köppen; Das Papier, 4, 373 (1950)
- 14) W. Klipper; Das Papier, 3, 342, 386, (1949)
- 15) 上野桂助; 紙の強度, p. 210 (1955)
- 16) H. W. Giertz との個人的な討論 (国策パルプ K. K. 中央研究所において), 1960年10月27日

γ -ray level control system (235頁より)

第 12 図

I_1	(照射方向, 内部水滴)	=	0.035	mr/hr
I_2	(" 内部空)	=	15.3	"
I_3	(照射方向以外, 1 m)	=	1.03	"
I_4	(" 2 m)	=	0.26	"
I_5	(" 3 m)	=	0.115	"

実測の結果では、多少計算値より少ないが、これは線源が20mc ないためと考える。

作業者の被曝量は、ポケット線量計を用いているが、作業時間が最高 1~2 hr/week のため、ほとんど測定できるような被曝はない。

VII 後 記

γ -ray を用いた液面計は、測定範囲の限界、時定数の大、計数値の分散などの障害はあるが、用途によっては非常に故障の少ない有効なる測定制御器として使用できる。ただし、パルプレベルコントロールの場合は、パルプ自体の特殊性を考えて、それに応じた設計が必要であるが、付ては、本報告が多少の参考になれば幸である。